

Rec'd PCT/PTO

12 OCT 2004

10/5107

PCT/JP 03/13578

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

23.10.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2002年10月25日

出願番号  
Application Number:

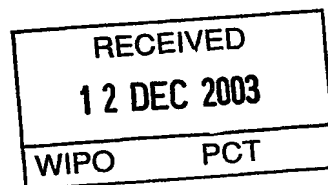
特願2002-310579

[ST. 10/C]:

[JP 2002-310579]

出願人  
Applicant(s):

株式会社デンソー

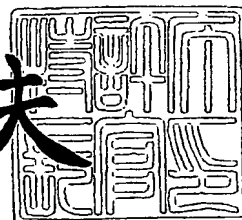


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年11月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02070

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 45/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 漆畑 晴行

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100098420

    【住所又は居所】 名古屋市中区金山一丁目 9 番 1 9 号 ミズノビル 4 階

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加古 宗男

    【電話番号】 052-322-9771

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 036571

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9406789

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させることで、該カム軸によって開閉駆動される吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを変化させる可変バルブタイミング装置を制御するものにおいて、

前記可変バルブタイミング装置は、前記カム軸と同心状に配置され且つ前記クランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第 1 の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第 2 の回転部材と、前記第 1 の回転部材の回転力を前記第 2 の回転部材に伝達し且つ前記第 1 の回転部材に対する前記第 2 の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するように前記カム軸と同心に配置されたモータとを備え、前記バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を現状維持して、前記カム軸位相を現状維持し、前記バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を変化させて前記カム軸位相を変化させるように構成し、

所定クランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサと、

所定カム角毎にカム角信号を出力するカム角センサと、

前記カム角信号が出力される毎に該カム角信号と前記クランク角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミングを算出するカム角信号出力時バルブタイミング算出手段と、

所定の演算周期で前記モータの回転速度と前記カム軸の回転速度との差に基づいてバルブタイミング変化量を算出するバルブタイミング変化量算出手段と、

所定の演算周期で前記カム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値と前記

バルブタイミング変化量の算出値とに基づいて最終的な実バルブタイミングを算出する最終バルブタイミング算出手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記バルブタイミング変化量算出手段は、演算周期当りのバルブタイミング変化量を算出してその算出値を積算する手段と、前記カム角信号が出力される毎に前記バルブタイミング変化量の積算値をリセットする手段とを有し、

前記最終バルブタイミング算出手段は、最新のカム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後のバルブタイミング変化量の積算値を加算して最終的な実バルブタイミングを求めることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記バルブタイミング変化量算出手段は、前記カム軸の回転速度のデータとして、前記クランク角センサのクランク角信号の出力周期に基づいて検出される前記クランク軸の回転速度の  $1/2$  の値を用いることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記最終バルブタイミング算出手段は、前記内燃機関の停止中に、停止時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後のバルブタイミング変化量の積算値を加算して最終的な実バルブタイミングを求めるか又は基準位置からバルブタイミングの変化量の積算値で最終的な実バルブタイミングを求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記最終バルブタイミング算出手段は、前記カム角センサの故障時に、故障前の最後のカム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後のバルブタイミング変化量の積算値を加算して最終的な実バルブタイミングを求めるか又は基準位置からバルブタイミングの変化量の積算値で最終的な実バルブタイミングを求めることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、内燃機関の吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減等を目的として、吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置を採用したものが増加しつつある。現在、実用化されている可変バルブタイミング装置は、内燃機関のクランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を可変することで、カム軸によって開閉駆動される吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを可変するものが多い。その際に、実バルブタイミング（実カム軸位相）を検出する方法として、例えば、特許文献1（特開2001-355462号公報）に記載されているように、所定クランク角毎にクランク角センサから出力されるクランク角信号と所定カム角毎にカム角センサ出力されるカム角信号とに基づいて実バルブタイミングを算出するようにしたものがある。

**【0003】****【特許文献1】**

特開2001-355462号公報（第7頁等）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

しかし、上記従来のバルブタイミング算出方法では、前回のカム角信号が出力されてから次のカム角信号が出力されるまでの期間（つまりカム角信号が出力されない期間）は、実バルブタイミングを算出することができないため、実際には実バルブタイミングが連続的に変化していても、実バルブタイミングの算出値を段階的にしか更新することができず、その分、可変バルブタイミング制御精度が低下するという欠点があった。

**【0005】**

また、現在、実用化されている可変バルブタイミング装置は、油圧を駆動源と

したものが多く、この油圧駆動方式では、寒冷時やエンジン始動時に、油圧が不足したり、油圧制御の応答性が低下して、可変バルブタイミング制御精度が低下するという欠点があるため、可変バルブタイミング装置の駆動源としてモータを用いたものがある（例えば実開平4-105906号公報参照）。

#### 【0006】

しかし、このモータ駆動方式のものは、クランク軸によって回転駆動されるスプロケットと一体にモータ全体が回転する構成であるため、可変バルブタイミング装置の回転系の慣性重量が重くなって可変バルブタイミング装置の耐久性が低下するという欠点がある。しかも、回転するモータと外部の電気配線とを接続するためにブラシ等を用いた摺接式の接続構造にしなければならず、これも耐久性を低下させる原因となっている。更には、従来のモータ駆動方式のものは、全般的に構成が複雑で、高コストであるという欠点もある。

#### 【0007】

本発明はこれらの事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、可変バルブタイミング装置の耐久性向上、低コスト化の要求を満たしながら、カム角信号が出力されない期間においても、実バルブタイミングを算出することができ、可変バルブタイミング制御精度を向上させることができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明に用いる可変バルブタイミング装置は、カム軸と同心状に配置され且つクランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第1の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第2の回転部材と、前記第1の回転部材の回転力を前記第2の回転部材に伝達し且つ前記第1の回転部材に対する前記第2の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するように前記カム軸と同心に配置されたモータとを備え、バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との

回転位相の差を現状維持してカム軸位相を現状維持し、バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との回転位相の差を変化させてカム軸位相を変化させるように構成している。この構成では、モータ全体を回転させる必要がないため、可変バルブタイミング装置の回転系の慣性重量を軽量化することができると共に、モータと外部の電気配線とを固定的な接続手段によって直接接続することができ、総じて、可変バルブタイミング装置の耐久性を向上させることができる。しかも、可変バルブタイミング装置の構成が比較的簡単であり、低コスト化の要求も満たすことができる。

#### 【0009】

本発明のように、モータの回転速度をカム軸の回転速度に対して変化させてバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置では、モータの回転速度とカム軸の回転速度との差に応じてバルブタイミング変化量（カム軸位相変化量）が変化するので、モータの回転速度とカム軸の回転速度との差に基づいてバルブタイミング変化量を算出することができる。

#### 【0010】

この点に着目して、請求項1に係る発明では、カム角センサからカム角信号が出力される毎に、該カム角信号とクランク角センサから出力されるクランク角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミングを算出すると共に、所定の演算周期で、モータの回転速度とカム軸の回転速度との差に基づいてバルブタイミング変化量を算出し、所定の演算周期で、前記カム角信号出力時の実バルブタイミングと前記バルブタイミング変化量とに基づいて最終的な実バルブタイミングを算出するようにしたものである。

#### 【0011】

具体的には、請求項2のように、演算周期当りのバルブタイミング変化量を算出してその算出値を積算すると共に、カム角信号が出力される毎に前記バルブタイミング変化量の積算値をリセットし、最新のカム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後のバルブタイミング変化量の積算値を加算して最終

的な実バルブタイミングを求めるようにすると良い。

#### 【0012】

本発明のように、モータの回転速度とカム軸の回転速度との差に基づいて算出するバルブタイミング変化量は、カム角信号が出力されない期間でも算出することができるので、カム角信号が出力されない期間に、最新のカム角信号出力後のバルブタイミング変化量を算出すれば、最新のカム角信号出力時の実バルブタイミングに、それ以後のバルブタイミング変化量を加算して最終的な実バルブタイミングを精度良く求めることができる。これにより、カム角信号が出力されない期間でも、実バルブタイミングを連続的に精度良く算出することが可能となり、可変バルブタイミング制御精度を向上させることができる。

#### 【0013】

ところで、バルブタイミング変化量を算出する際に用いるカム軸の回転速度は、カム角信号の出力周期に基づいて算出することが考えられるが、一般に、カム軸1回転当りのカム角信号の出力数は少ないため、各気筒の爆発行程毎に変動するカム軸の回転速度の変動をカム角信号の出力周期から検出することは困難である。一方、クランク角センサから出力されるクランク角信号の数は、カム角信号の数と比べて遥かに多いため、クランク角信号を用いれば、各気筒の爆発行程毎に変動するクランク軸の回転速度の変動を検出することができる。

#### 【0014】

そこで、クランク軸が2回転する間にカム軸が1回転するという関係を考慮して、請求項3のように、カム軸の回転速度のデータとして、クランク角センサのクランク角信号の出力周期に基づいて検出されるクランク軸の回転速度の $1/2$ の値を用いるようにすると良い。このようにすれば、少ないカム角信号からカム軸の回転速度を検出する場合よりも精度の良いカム軸の回転速度を用いてバルブタイミング変化量を算出することができ、実バルブタイミングの算出精度を向上することができる。

#### 【0015】

内燃機関の停止中には、カム軸の回転速度が0になるため、請求項4のように、内燃機関の停止中には、停止時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後の



バルブタイミング変化量の積算値を加算して最終的な実バルブタイミングを求めるか又は基準位置からバルブタイミングの変化量の積算値で最終的な実バルブタイミングを求めるようにすると良い。これにより、内燃機関の停止中でも、実バルブタイミングを精度良く算出することができ、内燃機関の停止中でも実バルブタイミングを目標値に制御することができる。また、停止時の実バルブタイミングが不明な場合も、機械的な基準位置（例えば最遅角位置）又は他の手段で検出した基準位置からのバルブタイミング変化量の積算値で実バルブタイミングを算出することができる。

#### 【0016】

また、カム角センサが故障すると、カム角信号が出力されなくなることを考慮して、請求項5のように、カム角センサの故障時には、故障前の最後のカム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値に、それ以後のバルブタイミング変化量の積算値を加算して最終的な実バルブタイミングを求めるか又は基準位置からバルブタイミングの変化量の積算値で最終的な実バルブタイミングを求めるようにすると良い。これにより、カム角センサの故障時でも、実バルブタイミングを精度良く算出することができ、カム角センサの故障中でも実バルブタイミングを目標値に制御することができる。また、カム角センサ故障前の実バルブタイミングが不明な場合も、機械的な基準位置（例えば最遅角位置）又は他の手段で検出した基準位置からのバルブタイミング変化量の積算値で実バルブタイミングを算出することができる。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した一実施形態を図面に基づいて説明する。まず、図1に基づいてシステム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン11は、クランク軸12からの動力がタイミングチェーン13（又はタイミングベルト）により各スプロケット14、15を介して吸気側カム軸16と排気側カム軸17とに伝達されるようになっている。また、吸気側カム軸16側には、モータ駆動式の可変バルブタイミング装置18が設けられている。この可変バルブタイミング装置18によって、クランク軸

12に対する吸気側カム軸16の回転位相（カム軸位相）を可変することで、吸気側カム軸16によって開閉駆動される吸気バルブ（図示せず）のバルブタイミングを可変するようになっている。

#### 【0018】

また、吸気側カム軸16の外周側には、所定のカム角毎にカム角信号を出力するカム角センサ19が取り付けられている。一方、クランク軸12の外周側には、所定のクランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサ20が取り付けられている。

#### 【0019】

次に、図2に基づいて可変バルブタイミング装置18の概略構成を説明する。可変バルブタイミング装置18の位相可変機構21は、吸気側カム軸16と同心状に配置された内歯付きのアウタギヤ22（第1の回転部材）と、このアウタギヤ22の内周側に同心状に配置された外歯付きのインナギヤ23（第2の回転部材）と、これらアウタギヤ22とインナギヤ23との間に配置されて両者に噛み合う遊星ギヤ24（位相可変部材）とから構成されている。アウタギヤ22は、クランク軸12と同期して回転するスプロケット14と一体的に回転するように設けられ、インナギヤ23は、吸気側カム軸16と一体的に回転するように設けられている。また、遊星ギヤ24は、アウタギヤ22とインナギヤ23に噛み合った状態でインナギヤ23の回りを円軌道を描くように旋回することで、アウタギヤ22の回転力をインナギヤ23に伝達する役割を果たすと共に、インナギヤ23の回転速度（吸気側カム軸16の回転速度）に対する遊星ギヤ24の旋回速度（公転速度）を変化させることで、アウタギヤ22に対するインナギヤ23の回転位相（カム軸位相）を調整するようになっている。

#### 【0020】

一方、エンジン11には、遊星ギヤ24の旋回速度を可変するためのモータ26が設けられている。このモータ26の回転軸27は、吸気側カム軸16、アウタギヤ22及びインナギヤ23と同軸上に配置され、このモータ26の回転軸27と遊星ギヤ24の支持軸25とが、径方向に延びる連結部材28を介して連結されている。これにより、モータ26の回転に伴って、遊星ギヤ24が支持軸2

5を中心に回転（自転）しながらインナギヤ23の外周の円軌道を旋回（公転）できるようになっている。また、モータ26には、モータ26の回転速度RM（回転軸27の回転速度）を検出するモータ回転速度センサ29（図1参照）が取り付けられている。

#### 【0021】

この可変バルブタイミング装置18は、モータ26の回転速度RMを吸気側カム軸16の回転速度RCに一致させて、遊星ギヤ24の公転速度をインナギヤ23の回転速度（アウトギヤ22の回転速度）に一致させると、アウトギヤ22とインナギヤ23との回転位相の差が現状維持されて、バルブタイミング（カム軸位相）が現状維持されるようになっている。

#### 【0022】

そして、吸気バルブのバルブタイミングを進角する場合には、モータ26の回転速度RMを吸気側カム軸16の回転速度RCよりも速くして、遊星ギヤ24の公転速度をインナギヤ23の回転速度よりも速くする。これにより、アウトギヤ22に対するインナギヤ23の回転位相が進角されて、バルブタイミング（カム軸位相）が進角される。

#### 【0023】

一方、吸気バルブのバルブタイミングを遅角する場合には、モータ26の回転速度RMを吸気側カム軸16の回転速度RCよりも遅くして、遊星ギヤ24の公転速度をインナギヤ23の回転速度よりも遅くする。これにより、アウトギヤ22に対するインナギヤ23の回転位相が遅角されて、バルブタイミングが遅角される。

#### 【0024】

前述した各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）30に入力される。このECU30は、マイクロコンピュータを主体として構成され、そのROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁（図示せず）の燃料噴射量や点火プラグ（図示せず）の点火時期を制御する。

#### 【0025】

また、ECU30は、可変バルブタイミング制御プログラム（図示せず）を実行することで、吸気バルブの実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるように可変バルブタイミング装置18をフィードバック制御する。

#### 【0026】

その際、ECU30は、図3乃至図5に示す実バルブタイミング算出プログラムを実行することで、クランク角センサ20から出力されるクランク角信号とカム角センサ19から出力されるカム角信号とに基づいてセンサ出力時の実バルブタイミングVTCを算出すると共に、モータ26の回転速度RMと吸気側カム軸16の回転速度RCとの差に基づいてバルブタイミング変化量 $\Delta VT$ を算出し、カム角信号出力時の実バルブタイミングVTCに、それ以後のバルブタイミング変化量 $\Delta VT$ を加算して最終的な実バルブタイミングVTを求める。

#### 【0027】

図3乃至図5に示す実バルブタイミング算出プログラムは、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定時間毎に実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、エンジン回転中であるか否かを、例えば、クランク角センサ20から出力されるクランク角信号の出力周期から算出したエンジン回転速度が0か否かによって判定する。

#### 【0028】

エンジン回転中と判定されれば、ステップ102に進み、カム角センサ19が正常であるか否かを、カム角センサ故障診断プログラム（図示せず）による故障診断結果に基づいて判定する。

#### 【0029】

その結果、カム角センサ19が正常である（故障していない）と判定されれば、ステップ103に進み、カム角センサ19から出力されるカム角信号が入力されたか否かを判定する。

#### 【0030】

そして、カム角信号が入力されたと判定されたときに、ステップ104に進み、カム角信号の入力時刻 $T_{cam}$ をECU30のメモリ（図示せず）に記憶した後、ステップ105に進み、その直後にクランク角センサ20から出力されたクラ

ンク角信号の入力時刻  $T_{crk}$  をメモリに記憶する。

#### 【0031】

この後、ステップ106に進み、クランク角信号に対するカム角信号の時刻差  $TVT$  を次式により算出する。

$$TVT = T_{crk} - T_{cam} + K$$

ここで、 $K$  は、カム角センサ19とクランク角センサ20の応答遅れの差を補正するための補正量である。

#### 【0032】

そして、次のステップ107で、クランク角信号に対するカム角信号の時刻差  $TVT$  を用いて、次式によりクランク角信号に対するカム角信号の回転位相  $VTB$  を算出する。

$$VTB = TVT / T_{120} \times 120^\circ CA$$

ここで、 $T_{120}$  は、クランク軸12が  $120^\circ CA$  回転するのに要した時間であり、クランク角センサ20の出力信号に基づいて算出される。

#### 【0033】

この後、ステップ108に進み、バルブタイミングが基準位置（例えば最遅角位置）に制御された状態であるか否かを判定し、もし、バルブタイミングが基準位置であれば、ステップ109に進み、現在のクランク角信号に対するカム角信号の回転位相（カム軸位相） $VTB$  を、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の回転位相の基準位置（基準カム軸位相） $VTBK$  として学習した後、ステップ110に進む。

$$VTBK = VTB$$

#### 【0034】

一方、上記ステップ108で、バルブタイミングが基準位置ではないと判定された場合には、上記ステップ109の基準位置学習処理を行わずにステップ110に進む。

#### 【0035】

このステップ110では、現在のクランク角信号に対するカム角信号の回転位相  $VTB$  と基準位置  $VTBK$  とを用いて、基準位置  $VTBK$  を基準としたカム角

信号の回転位相VTCを算出し、これをカム角信号出力時の実バルブタイミングVTCとする。

$$VTC = VTB - VTBK$$

#### 【0036】

これらのステップ103～110の処理が、特許請求の範囲でいうカム角信号出力時バルブタイミング算出手段としての役割を果たし、カム角信号が入力（出力）される毎に、カム角信号とクランク角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミングVTCを算出する。

#### 【0037】

この後、ステップ111に進み、カム角信号出力時の実バルブタイミングVTCが算出される毎（カム角信号が入力される毎）に、後述するバルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ 、 $\Delta VTS$ を両方とも「0」にリセットした後、ステップ119に進み、最終的な実バルブタイミングVTを次式により算出する。

$$VT = VTC + \Delta VTH + \Delta VTS$$

カム角信号の入力時（出力時）には、上記ステップ111のリセット処理により、 $\Delta VTH = 0$ 、 $\Delta VTS = 0$ となるため、 $VT = VTC$ となる。

#### 【0038】

これに対して、上記ステップ103で、カム角信号が入力されていないと判定された場合には、図4のステップ112に進み、モータ26の回転速度RM [rpm] と吸気側カム軸16の回転速度RC [rpm] との回転速度差DMC [rpm] を算出する。

$$DMC = RM - RC$$

#### 【0039】

この場合、吸気側カム軸16の回転速度RCは、クランク角センサ20から出力されるクランク角信号の出力周期に基づいて算出したクランク軸12の回転速度（エンジン回転速度） $\times 1/2$ の値を用いる。

$$\text{カム軸回転速度 } RC = \text{クランク軸回転速度} \times 1/2$$

#### 【0040】

この後、ステップ113に進み、回転速度差DMC [rpm] を1秒当りの回

転差RVT [rev/s] に換算する。

$$RVT = DMC / 60$$

#### 【0041】

そして、次のステップ114で、バルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ の演算周期(本プログラムの実行周期)  $P$  [s] 当りのバルブタイミング変化量  $dVTH$  を次式により算出する。

$$dVTH = RVT / G \times 720^\circ CA \times P$$

ここで、 $G$  は位相可変機構21の減速比であり、吸気側カム軸16に対するモータ26の相對回転量とバルブタイミング変化量(カム軸位相の変化量)との比である。

#### 【0042】

この後、ステップ115に進み、演算周期 $P$ 当りのバルブタイミング変化量  $dVTH$  を積算して、バルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ を算出する。

$$\Delta VTH = \Delta VTH + dVTH$$

これらのステップ112～115の処理が、特許請求の範囲でいうバルブタイミング変化量算出手段としての役割を果たし、カム角信号が入力されない期間に、演算周期 $P$ 当りのバルブタイミング変化量  $dVTH$  を積算して、最新のカム角信号出力後のバルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ を求める。

#### 【0043】

また、図3のステップ102で、カム角センサ19が故障していると判定された場合も、これらのステップ112～115の処理を実行して、カム角センサ19の故障中に演算周期 $P$ 当りのバルブタイミング変化量  $dVTH$  を積算して、カム角センサ19の故障前の最後のカム角信号出力時から現在までのバルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ を求める。

#### 【0044】

バルブタイミング変化量 $\Delta VTH$ の算出後、図3のステップ119に進み、最終的な実バルブタイミング $VT$ を次式により算出する。

$$VT = VTC + \Delta VTH + \Delta VTS$$

カム角センサ19の故障時は、 $\Delta VTS = 0$ であるため、 $VT = VTC + \Delta V$

THとなる。

【0045】

一方、上記ステップ101で、エンジン停止中と判定された場合には、図5のステップ116に進み、モータ26の回転速度RM [rpm]のみを用いて1秒当りの回転差RVT [rev/s]を算出する。

$$RVT = RM / 60$$

【0046】

この後、ステップ117に進み、バルブタイミング変化量 $\Delta VTS$ の演算周期(つまり本プログラムの実行周期)P [s]当りのバルブタイミング変化量dVTSを次式により算出する。

$$dVTS = RVT / G \times 720^\circ CA \times P$$

ここで、Gは位相可変機構21の減速比である。

【0047】

この後、ステップ118に進み、演算周期P当りのバルブタイミング変化量dVTSを積算して、停止前の最後のカム角信号出力から現在までのバルブタイミング変化量 $\Delta VTS$ を求める。

$$\Delta VTS = \Delta VTS + dVTS$$

これらのステップ116～118の処理も特許請求の範囲でいうバルブタイミング変化量算出手段としての役割を果たす。

【0048】

バルブタイミング変化量 $\Delta VTS$ の算出後、図3のステップ119に進み、最終的な実バルブタイミングVTを次式により算出する。

$$VT = VTC + \Delta VTH + \Delta VTS$$

ここで、エンジン停止中は $\Delta VTH = 0$ であるため、 $VT = VTC + \Delta VTS$ となる。

尚、上記ステップ119の処理が特許請求の範囲でいう最終バルブタイミング算出手段としての役割を果たす。

【0049】

以上の処理により、エンジン回転中にカム角信号が入力される毎に、カム角信



号とクランク角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミング  $VTC$  を算出する。そして、カム角信号の入力時（出力時）には、ステップ 111 のリセット処理により、バルブタイミング変化量  $\Delta VTH$ 、 $\Delta VTS$  が 0 にリセットされるため、カム角信号出力時の実バルブタイミング  $VTC$  がそのまま最終的な実バルブタイミング  $VT$  となる。

#### 【0050】

一方、カム角信号が入力されない期間には、モータ 26 と吸気側カム軸 16 の回転速度差  $DMC$  に基づいて、演算周期当りのバルブタイミング変化量  $dVTH$  を算出して積算し、最新のカム角信号出力時の実バルブタイミング  $VTC$  に、それ以後のバルブタイミング変化量  $\Delta VTH$  ( $dVTH$  の積算値) を加算して最終的な実バルブタイミング  $VT$  を求める。これにより、カム角信号が出力されない期間でも、実バルブタイミング  $VT$  を連続的に精度良く算出することが可能となり、可変バルブタイミング制御精度を向上させることができる。

#### 【0051】

また、エンジン停止時には、停止前の最後のカム角信号出力時の実バルブタイミング  $VTC$  に、それ以後のバルブタイミング変化量  $\Delta VTS$  を加算して最終的な実バルブタイミング  $VT$  を求めるようにしたので、エンジン停止中でも、実バルブタイミング  $VT$  を精度良く算出することができ、エンジン停止中でも、実バルブタイミング  $VT$  を目標値に制御することができる。

#### 【0052】

また、カム角センサ 19 の故障時には、故障前の最後のカム角信号出力時の実バルブタイミング  $VTC$  に、それ以後のバルブタイミング変化量  $\Delta VTH$  を加算して最終的な実バルブタイミング  $VT$  を求めるようにしたので、カム角センサ 19 の故障時でも、実バルブタイミング  $VT$  を精度良く算出することができ、カム角センサ 19 の故障時でも、実バルブタイミング  $VT$  を目標値に制御することができる。

#### 【0053】

尚、エンジン停止時やカム角センサ 19 の故障時に、機械的な基準位置（例えば最遅角位置）又は他の手段で検出した基準位置からのバルブタイミング変化量

の積算値で実バルブタイミングを算出するようにしても良い。

#### 【0054】

また、本実施形態の可変バルブタイミング装置 18 は、カム軸 16 と同心状に配置され且つクランク軸 12 の回転駆動力によって回転駆動されるアウトギヤ 22 (第 1 の回転部材) と、カム軸 16 と一体的に回転するインナギヤ 23 (第 2 の回転部材) と、アウトギヤ 22 の回転力をインナギヤ 23 に伝達し且つ両ギヤ 22, 23 間の相対的な回転位相を変化させる遊星ギヤ 24 (位相可変部材) と、この遊星ギヤ 24 をカム軸 16 と同心の円軌道に沿って旋回させるモータ 26 とを備え、バルブタイミングを変化させないときは、モータ 26 の回転速度をカム軸 16 の回転速度に一致させて、遊星ギヤ 24 の旋回速度をカム軸 16 の回転速度に一致させることで、アウトギヤ 22 とインナギヤ 23 との回転位相の差を現状維持してカム軸位相を現状維持し、バルブタイミングを変化させるときは、モータ 26 の回転速度をカム軸 16 の回転速度に対して変化させて、遊星ギヤ 24 の旋回速度をカム軸 16 の回転速度に対して変化させることで、アウトギヤ 22 とインナギヤ 23 との回転位相の差を変化させてカム軸位相を変化させるように構成している。この構成では、モータ 26 全体を回転させる必要がないため、可変バルブタイミング装置 18 の回転系の慣性重量を軽量化することができると共に、モータ 26 と外部の電気配線とを固定的な接続手段によって直接接続することができ、総じて、可変バルブタイミング装置 18 の耐久性を向上させることができる。しかも、可変バルブタイミング装置 18 の構成が比較的簡単であり、低コスト化の要求も満たすことができる。

#### 【0055】

尚、本発明は、吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に限定されず、排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。更に、可変バルブタイミング装置 18 の位相可変機構は、本実施形態のような遊星歯車機構を用いたものに限定されず、他の方式の位相可変機構を用いても良く、要は、モータの回転速度をカム軸の回転速度に対して変化させることでバルブタイミングを可変するモータ駆動式の可変バルブタイミング装置であれば良い。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明の一実施形態における制御システム全体の概略構成図

**【図 2】**

可変バルブタイミング装置の概略構成図

**【図 3】**

実バルブタイミング算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート（その  
1）

**【図 4】**

実バルブタイミング算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート（その  
2）

**【図 5】**

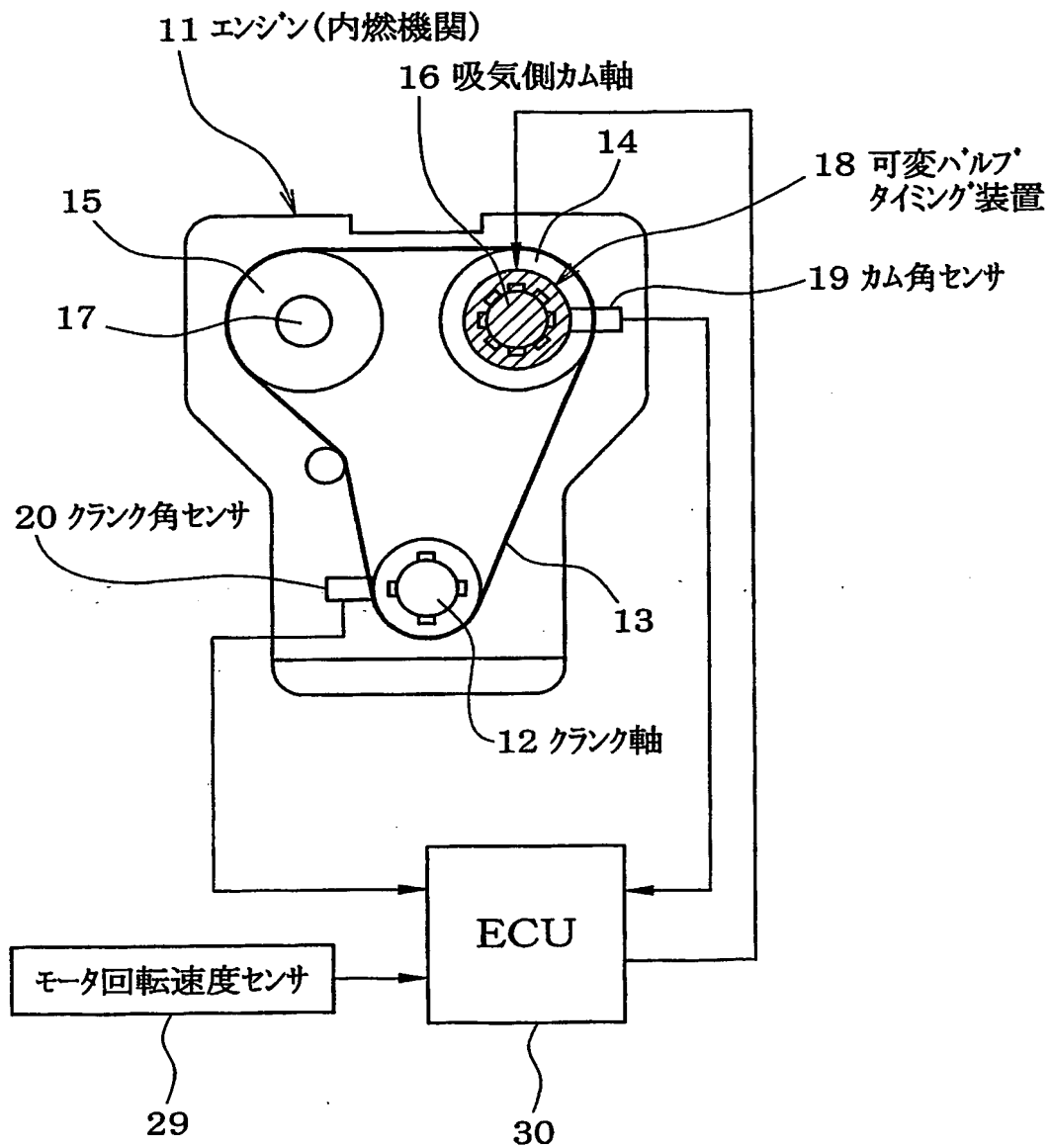
実バルブタイミング算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート（その  
3）

**【符号の説明】**

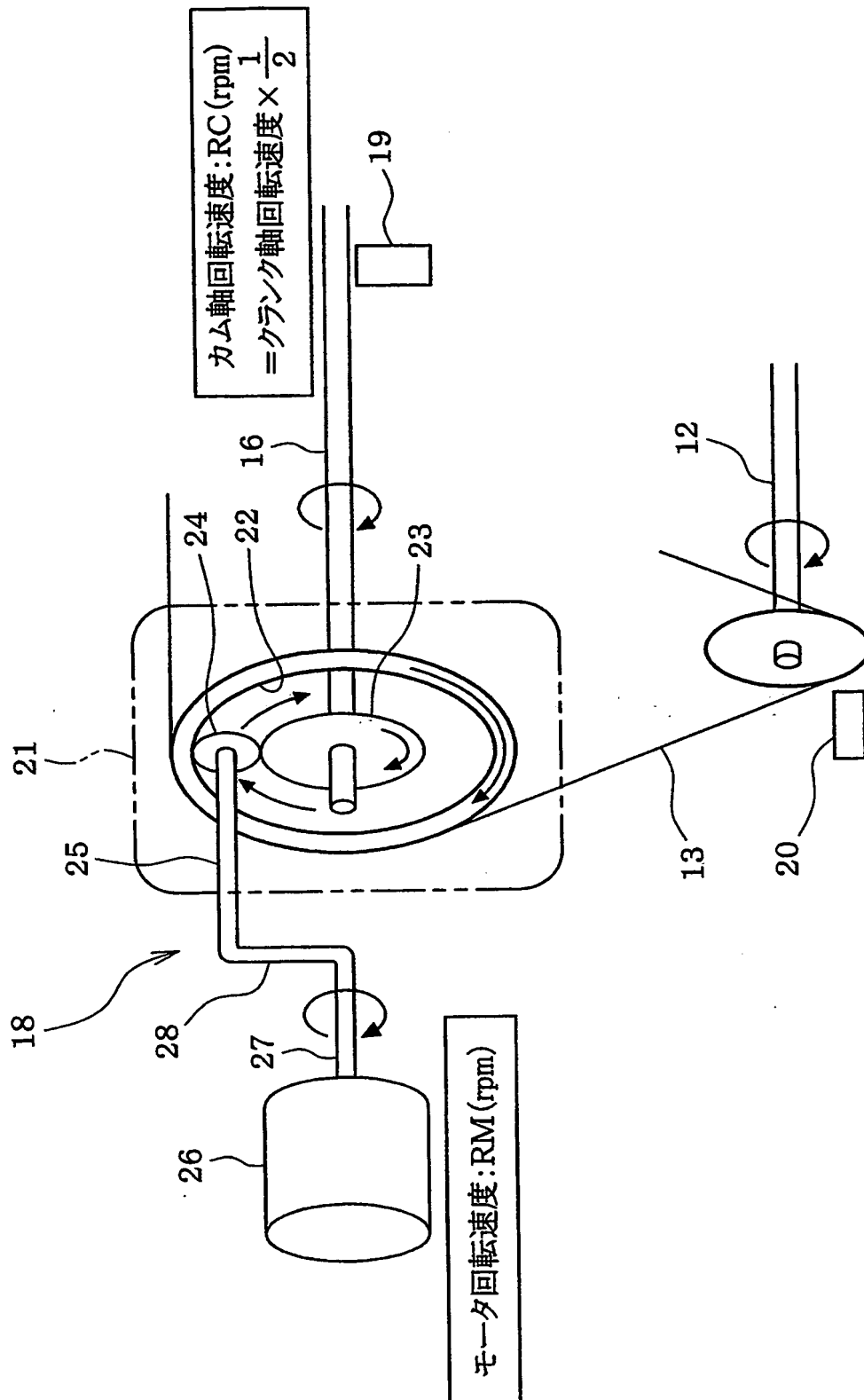
11…エンジン（内燃機関）、12…クランク軸、16…吸気側カム軸、17…排気カム軸、18…可変バルブタイミング装置、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…位相可変機構、22…アウトギヤ（第1の回転部材）、23…インナギヤ（第2の回転部材）、24…遊星ギヤ（位相可変部材）、26…モータ、27…回転軸、29…モータ回転速度センサ、30…ECU（カム角信号出力時バルブタイミング算出手段、バルブタイミング変化量算出手段、最終バルブタイミング算出手段）。

【書類名】 図面

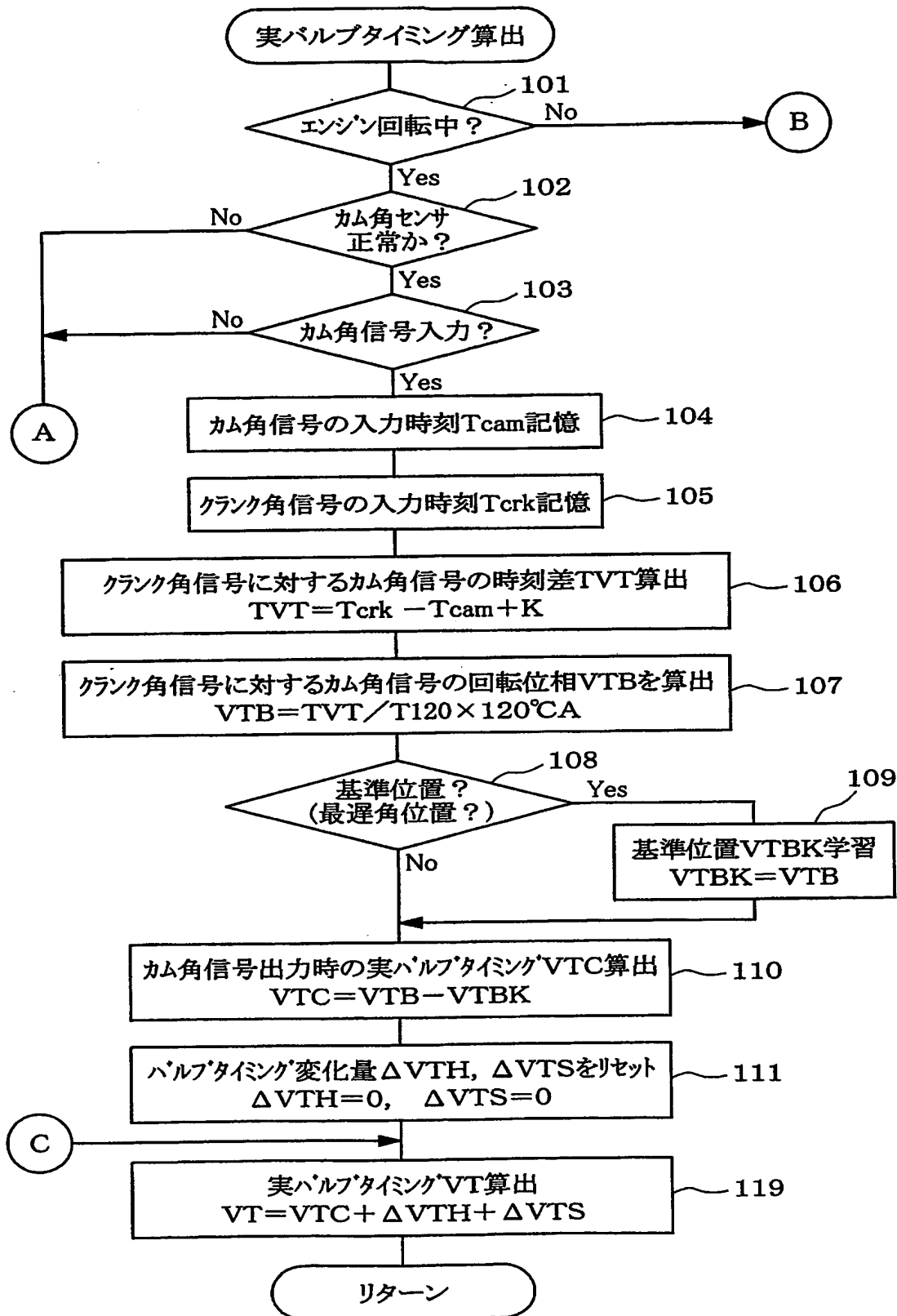
【図 1】



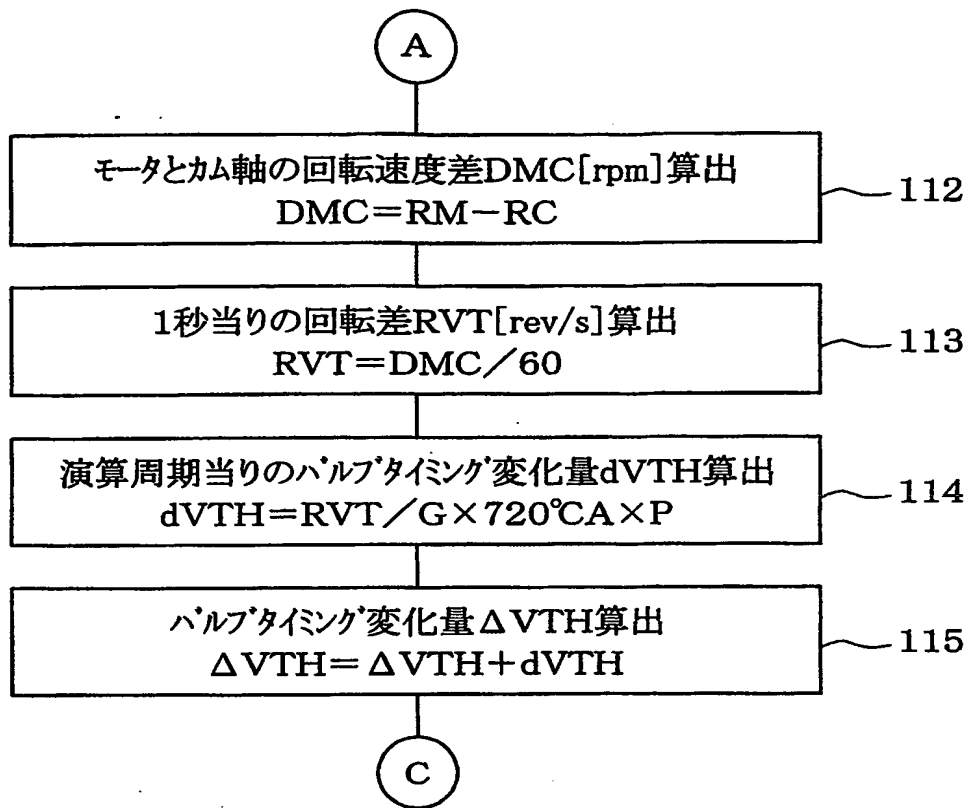
【図 2】



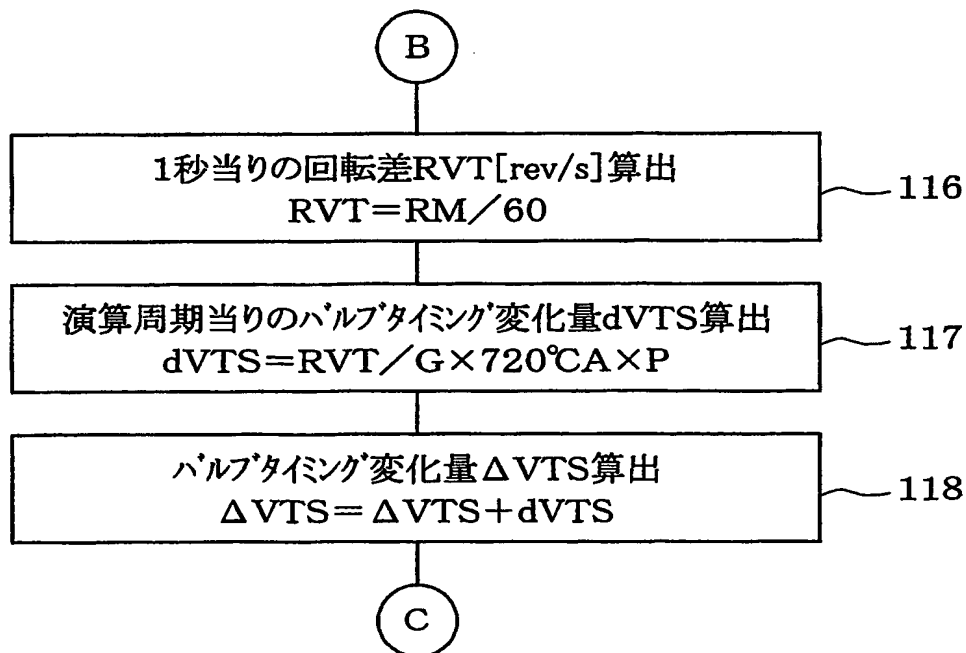
【図3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関のバルブタイミングを可変制御する際に、カム角信号が出力されない期間でも、実バルブタイミングを算出できるようにする。

【解決手段】 可変バルブタイミング装置 18 は、モータ 26 の回転速度をカム軸 16 の回転速度（クランク軸 12 の回転速度  $\times 1/2$ ）に一致させることでバルブタイミングを現状維持し、モータ 26 の回転速度をカム軸 16 の回転速度に対して変化させることでバルブタイミングを可変する。クランク角センサ 20 から出力されるクランク角信号とカム角センサ 19 から出力されるカム角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミングを算出すると共に、このカム角信号出力時の実バルブタイミングに対するバルブタイミング変化量をモータ 26 とカム軸 16 の回転速度差に基づいて算出し、カム角信号出力時の実バルブタイミングとバルブタイミング変化量とを用いて最終的な実バルブタイミングを算出する。

【選択図】 図 2



特願 2002-310579

出願人履歴情報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名

株式会社デンソー